

**ANALISIS PENGARUH PEMASANGAN *DISTRIBUTED GENERATION*
PADA JARINGAN LISTRIK DI PERTAMINA EP- *CENTRAL PROCESSING*
PLANT AREA GUNDIH MENGGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP 12.6**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan Elektro
Fakultas Teknik**

Oleh:

YUNITASARI

D400130018

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS PENGARUH PEMASANGAN *DISTRIBUTED GENERATION*
PADA JARINGAN LISTRIK DI PERTAMINA EP- *CENTRAL PROCESSING*
PLANT AREA GUNDIH MENGGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP 12.6**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

YUNITASARI

D400130018

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Agus Supardi, S.T, M.T

NIK.883

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH PEMASANGAN *DISTRIBUTED GENERATION*
PADA JARINGAN LISTRIK DI PERTAMINA EP- *CENTRAL PROCESSING*
*PLANT AREA GUNDIH MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP 12.6***

OLEH

YUNITASARI

D400130018

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa, 31 Januari 2017
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

1. Agus Supardi, S.T, M.T

(Ketua Dewan Penguji)

(.....)

2. Ir. Jatmiko, M.T

(Anggota I Dewan Penguji)

(.....)

3. Aris Budiman, S.T, M.T

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

Dekan,



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 31 Januari 2017

Penulis


YUNITASARI
D400130018

ANALISIS PENGARUH PEMASANGAN *DISTRIBUTED GENERATION* PADA JARINGAN LISTRIK DI PERTAMINA EP- *CENTRAL PROCESSING PLANT* AREA GUNDIH MENGGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP 12.6

Abstrak

Distributed Generation (DG) merupakan pembangkitan tenaga listrik berskala kecil yang kini banyak digunakan karena sangat efektif dalam memperbaiki profil tegangan dan kualitas daya pada jaringan listrik. *Central Processing Plant* (CPP) area Gundih memiliki sistem jaringan kelistrikan yang cukup baik, tetapi penambahan beban baru menjadikan profil tegangan pada *switchgear* tersebut menjadi buruk. Profil tegangan yang buruk dapat berupa besarnya nilai rugi-rugi daya dan jatuh tegangan. Hal tersebut tentunya akan memberikan dampak yang kurang baik karena dapat mengakibatkan peralatan tidak bekerja dengan semestinya atau tidak optimal. Tujuan analisis pemasangan *Distributed Generation* ini untuk mengetahui pengaruhnya terhadap profil tegangan dan kualitas daya pada jaringan distribusi sistem tenaga listrik di CPP area Gundih. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pengumpulan data dan informasi secara langsung, dilanjutkan membuat model sistem kelistrikan dan simulasi *single line diagram* dengan *software etap* 12.6. Hasil yang diperoleh dari pengujian dengan variasi kapasitas DG menunjukkan bahwa pemasangan DG 15 kW memberikan hasil yang lebih efektif untuk menurunkan nilai rugi-rugi daya dan jatuh tegangan dari pada injeksi DG 35 kW, karena dapat menurunkan nilai rugi-rugi daya hingga 93,68% dan menurunkan nilai jatuh tegangan sebesar 94,44%. Bus 237 merupakan lokasi pemasangan DG yang paling baik diantara bus 219, 225, dan 227 karena dapat menurunkan nilai rugi-rugi daya paling besar yaitu mencapai 93,68% dan jatuh tegangan hingga 94,44%.

Kata Kunci: *Distributed Generation*, rugi-rugi daya, jatuh tegangan.

Abstract

Distributed Generation (DG) is a small scaled generation of electrical energy which is popular because very effective to improve the voltage and power quality on electrical network. Central Processing Plant (CPP) Area Gundih has a good electrical network system, but the additional load makes the voltage in *switchgear* worsen. This poor voltage value is represented by the high power losses and voltage drop rating. It certainly will give adverse impact because it can cause the equipment not working properly or not optimal. The purpose of the analysis of distributed generation injection is to discover the effect in voltage value and power quality on power system distribution network in CPP Area Gundih. The method used are as such, gathering data and information directly, followed by making a simulation model of the electrical system and simulate the single line diagram using etap 12.6 software. The results obtained from testing with variation of DG capacity show that the injection of 15 kW DG provide a more effective for lowering the value of power losses and voltage drop than the injection of 35 kW DG, because it can reduce the value of power losses up to 93.68% and lowering the value of a voltage drop to 94.44%. Bus 237 is the most excellent location of the best injection of DG among buses 219, 225, and 227 because it can reduce the power losses to the highest value, it is 93.68% and the voltage drop up to 94.44%.

Keywords: Distributed Generation, power losses, voltage drop.

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu kebutuhan yang paling dibutuhkan manusia dizaman sekarang ini. Hampir seluruh kegiatan dan rutinitas yang dilakukan manusia menggunakan energi listrik, sehingga dapat dikatakan keberlangsungan kehidupan manusia sekarang bergantung pada sumber energi listrik. Sistem tenaga listrik pada hakikatnya memiliki tiga bagian utama, yaitu pembangkitan, transmisi dan distribusi yang terhubung dengan beban. Pembangkit konvensional pada umumnya didesain dengan skala besar, terpusat dan dibangun jauh dari pusat beban sehingga membutuhkan jaringan transmisi

dan jaringan distribusi. Letak beban yang jauh dari pusat pembangkitan memiliki banyak resiko seperti gangguan *eksternal* (petir, badai, angin, dan lain-lain) dan gangguan *internal* (besarnya rugi-rugi daya dan besarnya nilai jatuh tegangan pada bus).

Pertamina EP-field Cepu merupakan perusahaan yang bergerak dibidang ekplorasi dan eksploitasi minyak dan gas bumi. *Central Processing plant* (CPP) Area Gundih merupakan salah satu lokasi sumur pengeboran milik Pertamina EP-field Cepu, dimana area ini memiliki pembangkit listrik sendiri sehingga dalam proses produksinya tidak bergantung dari suplai PLN. Pembangkit yang dimiliki merupakan pembangkit listrik konvensional tenaga diesel (PLTD). CPP area Gundih memiliki 4 generator utama (3 generator kontinu dan 1 generator cadangan) dan 1 generator berkapasitas kecil.

Pembangkit yang digunakan CPP area Gundih terletak agak jauh dari pusat beban, sehingga dapat menimbulkan beberapa masalah seperti besarnya nilai jatuh tegangan pada beberapa bus dan besarnya nilai rugi-rugi daya. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan penambahan pembangkit yang bersekala lebih kecil dibandingkan pembangkit utamanya yang terhubung dengan sistem distribusi lokal atau biasa disebut dengan *distributed generation* (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) (2003). Jaganathan dan Saha (2004) mengemukakan bahwa penempatan DG dalam sistem distribusi mampu mengurangi nilai rugi-rugi daya. Pada bus beban yang memiliki rugi daya tinggi, strategi penempatan dan alokasi sejumlah unit *distributed generation* (10-20% beban) akan menyebabkan pengurangan rugi daya yang signifikan. (Alvarado, 2001) Pemasangan DG paling baik diletakkan pada area-area yang memiliki profil tegangan paling jelek.

Menurut Guseynov et al (2006) tipe kapasitas DG dibedakan menjadi: mikro (1 kW sampai 5 kW), kecil (5 kW sampai 5 MW), menengah (5 MW sampai 50 MW), besar (50 MW sampai 300 MW). Pemasangan DG di CPP area Gundih diharapkan mampu memberikan pengaruh positif berupa penurunan nilai jatuh tegangan dan penurunan rugi-rugi daya pada sistem. Kriteria nilai jatuh tegangan yang diizinkan Indonesia pada jaringan tegangan menengah untuk sistem radial adalah 5% dari tegangan nominal (SPLN 72:1987) .

ETAP (*Electric Transient and Analysis Program*) merupakan suatu perangkat lunak yang mampu bekerja dalam keadaan *offline* untuk simulasi sistem tenaga listrik dan *online* untuk pengolahan data *real-time* atau digunakan untuk mengendalikan sistem secara *real-time*. Simulasi yang digunakan untuk membantu menganalisa sistem kelistrikan di CPP Area Gundih ini menggunakan ETAP *power station* versi 12.6 yang memiliki fitur untuk menganalisa pembangkitan listrik, sistem transmisi dan distribusi pada sistem tenaga listrik (Awaluddin, 2007). *Etap Power Station* 12.6 memungkinkan untuk membuat proyek sistem tenaga listrik dalam bentuk *one line*

diagram dan dapat melakukan bermacam-macam bentuk analisis diantaranya : aliran daya, hubung singkat, *starting motor*, *transient stability*, koordinasi relay proteksi dan sistem harmonisasi.

Berbagai uraian yang telah disebutkan di atas, dapat menjadi landasan untuk menganalisa pengaruh pemasangan DG pada sistem kelistrikan Pertamina EP CPP Area Gundih untuk menjadi tugas akhir ini. Analisa ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemasangan DG terhadap rugi daya, jatuh tegangan dan lainnya. Penelitian ini dilakukan menggunakan 2 variasi pengujian yaitu perbedaan kapasitas DG dan perbedaan lokasi pemasangan DG.

2. METODE

2.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian tugas akhir dan pembuatan laporan ini menggunakan metode-metode sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan metode yang dilakukan penulis untuk mendapat informasi, referensi serta data-data untuk mendukung penelitian yang berkaitan dengan judul penelitian.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan metode untuk mendapatkan, mencari, dan mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk proses penelitian. Data dapat berupa *single line diagram* dari sistem kelistrikan Pertamina EP CPP Area Gundih lengkap dengan rating setiap komponen yang terlibat.

3. Analisa Data

Analisa data merupakan metode untuk memahami dan mengetahui kinerja sistem kelistrikan Pertamina EP CPP Area Gundih

4. Perancangan Model Penelitian

Perancangan model penelitian merupakan metode untuk merancang perbaikan sistem dengan pemasangan DG pada bus-bus yang bermasalah, guna mengetahui apakah pemasangan DG memiliki pengaruh terhadap karakteristik sistem kelistrikan Pertamina EP CPP Area Gundih.

5. Pengujian dan Pembahasan

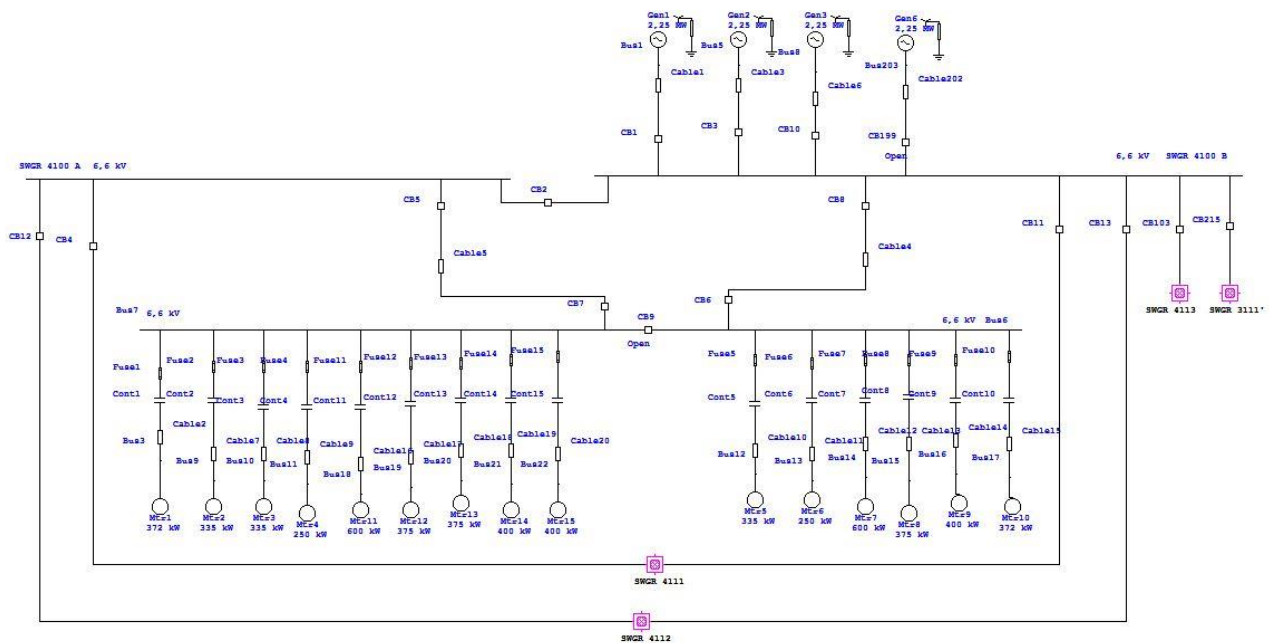
Pengujian dan pembahasan merupakan metode untuk melakukan pengujian terhadap sistem kelistrikan Pertamina EP CPP Area Gundih dengan berbagai variasi metode untuk mendapatkan hasil sesuai dengan tujuan penelitian. Hasil pengujian dari penelitian ini dapat digunakan sebagai pembahasan dan kesimpulan laporan penelitian.

2.2 Peralatan Pendukung

Peralatan pendukung dalam penelitian ini antara lain:

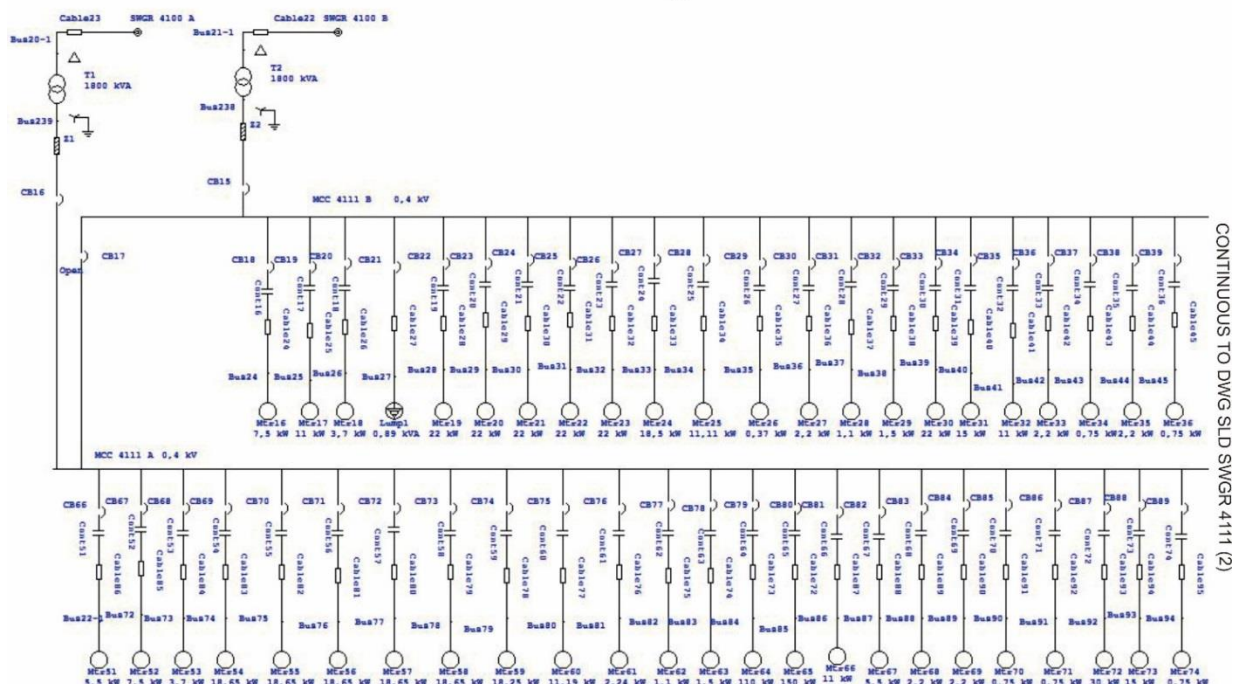
1. PC (*personal Computer*) atau laptop
2. *Software ETAP 12.6 Power Station 12.6.*

2.3 Gambar Jaringan Distribusi Sistem Tenaga Listrik Pertamina EP-CPP Area Gundih



Gambar 1. *Single line diagram* utama

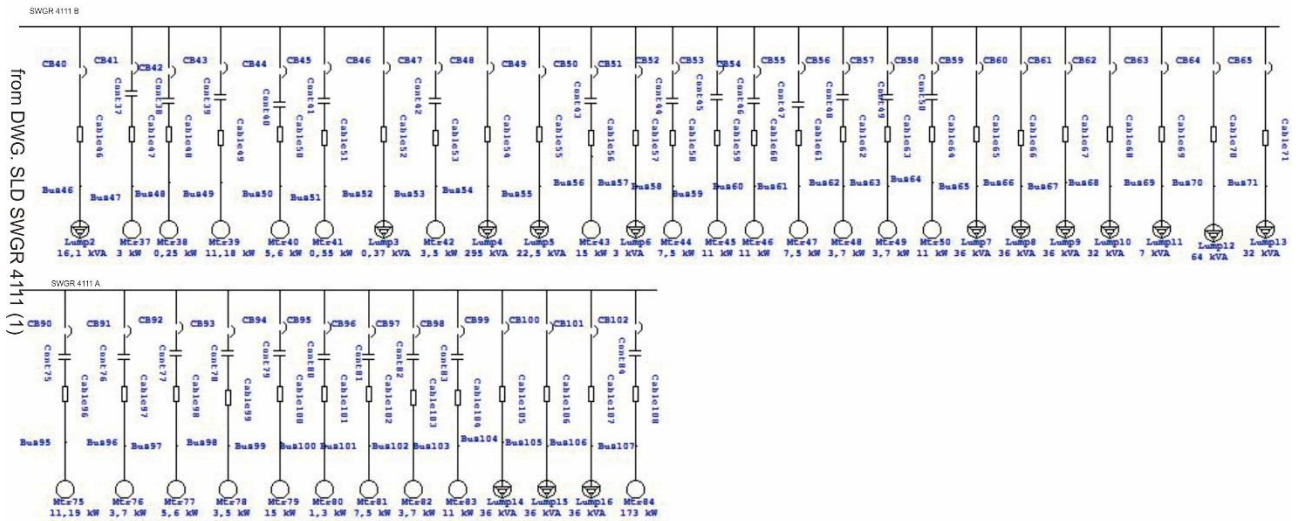
DWG SLD SWGR 4111 (1)



CONTINUOUS TO DWG SLD SWGR 4111 (2)

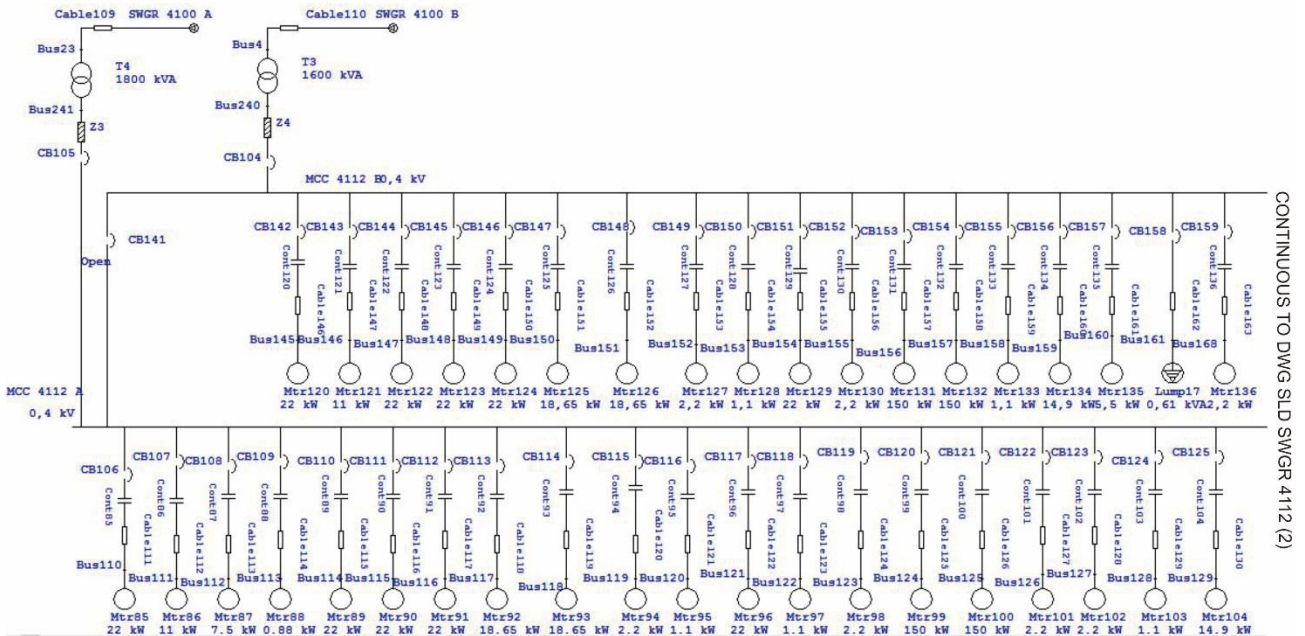
Gambar2. *Single Line Diagram* Switchgear 4111 (1)

DWG SLD SWGR 4111 (2)



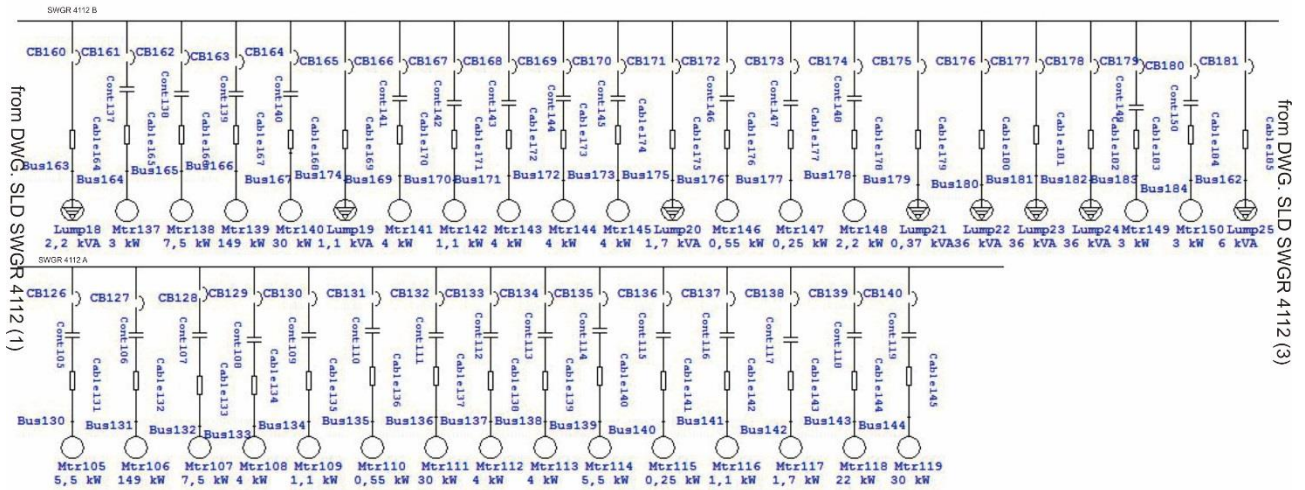
Gambar 3. Single Line Diagram Switchgear 4111 (2)

DWG SLD SWGR 4112 (1)



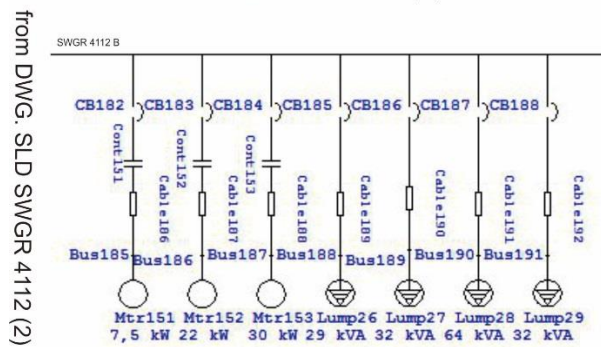
Gambar 4. Single Line Diagram Switchgear 4112 (1)

DWG SLD SWGR 4112 (2)

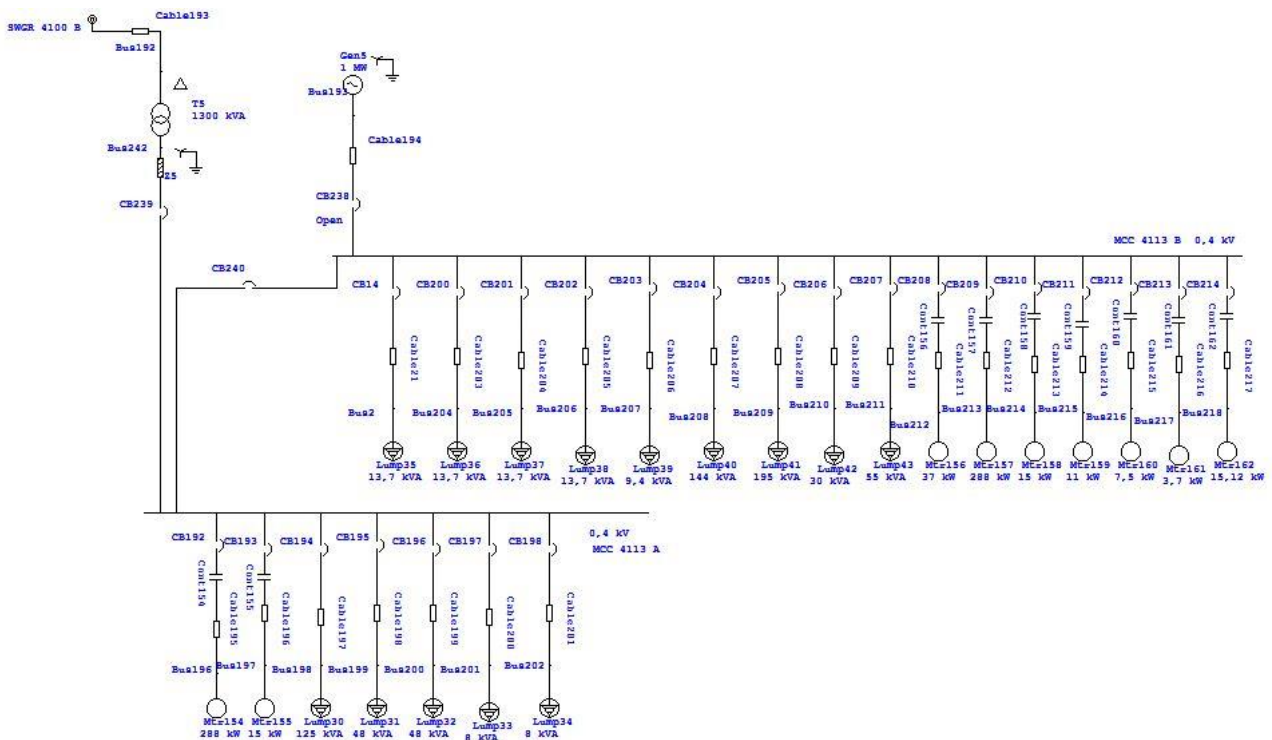


Gambar5. Single Line Diagram Switchgear 4112 (2)

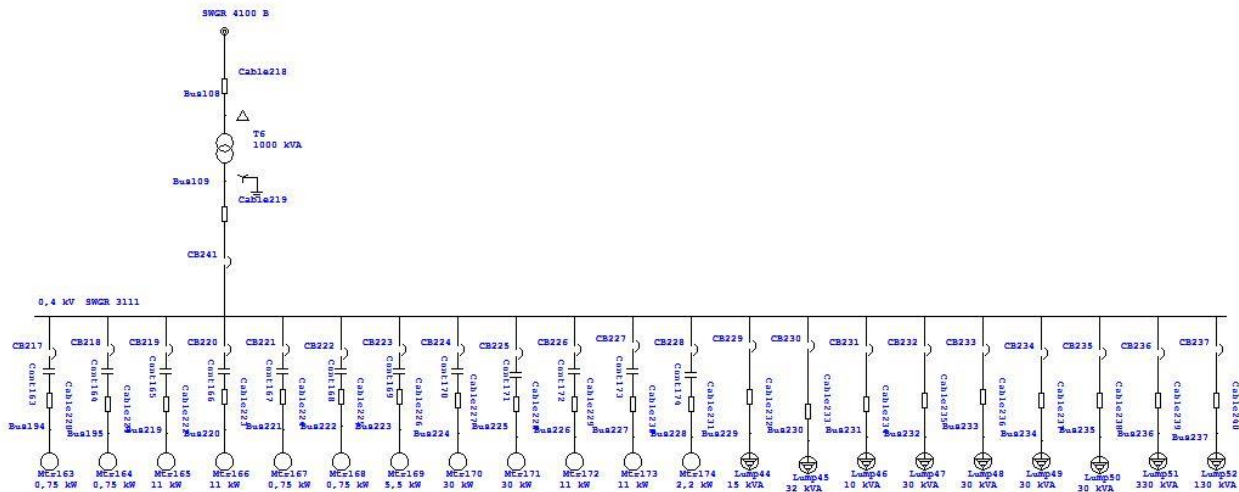
DWG SLD SWGR 4112 (3)



Gambar 6. Single Line Diagram Switchgear 4112 (3)

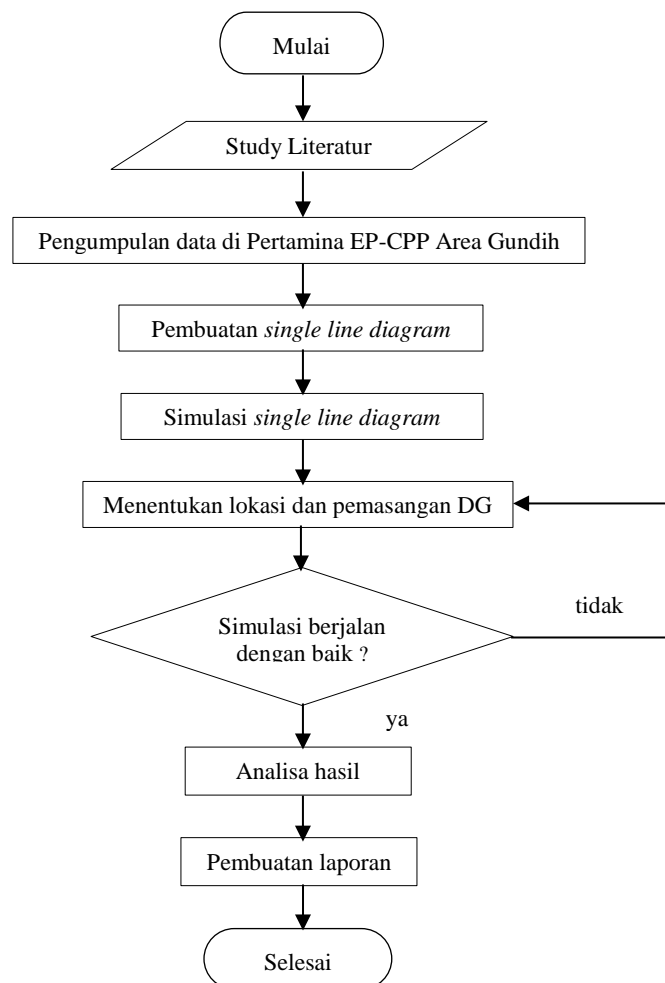


Gambar 6. Single Line Diagram Switchgear 4113



Gambar7. Single Line Diagram Switchgear 3111

2.4 Flowchart



Gambar 8. Flowchart penelitian

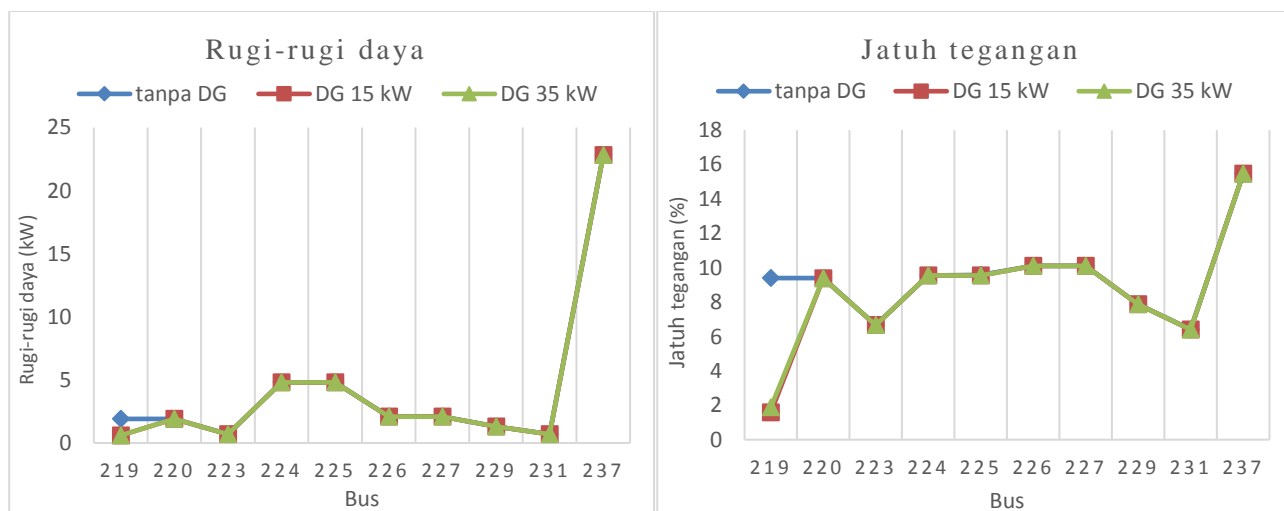
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Load flow analysis menurut Abiad dan Stagg (1968) adalah proses pengamatan besaran listrik yang meliputi profil tegangan pada bus, aliran daya nyata dan aliran daya reaktif pada saluran sistem tenaga listrik. Informasi yang diperoleh dari *load flow analysis* dapat digunakan sebagai bahan referensi. *Switchgear* 3111 memiliki prosentase profil tegangan paling buruk dari pada *switchger* lain. Berikut ini merupakan hasil dan pembahasan dari pengujian dengan variasi lokasi pemasangan DG dan variasi kapasitas DG pada *switchgear* 3111.

3.1 Pengaruh Injeksi DG pada bus 219

Tabel 1. Injeksi DG pada bus 219

Bus	Tanpa DG		DG 15 kW		DG 35 kW	
	Rugi-Rugi Daya (kW)	Jatuh Tegangan (%)	Rugi-Rugi Daya (kW)	Jatuh Tegangan (%)	Rugi-Rugi Daya (kW)	Jatuh Tegangan (%)
219	1,9	9,39	0,6	1,58	0,6	1,88
220	1,9	9,39	1,9	9,38	1,9	9,38
223	0,7	6,66	0,7	6,66	0,7	6,66
224	4,8	9,55	4,8	9,55	4,8	9,55
225	4,8	9,55	4,8	9,55	4,8	9,55
226	2,1	10,10	2,1	10,10	2,1	10,10
227	2,1	10,10	2,1	10,10	2,1	10,10
229	1,3	7,78	1,3	7,87	1,3	7,87
231	0,7	6,41	0,7	6,41	0,7	6,41
237	22,8	15,47	22,8	15,47	22,8	15,47



Gambar 1. Perubahan nilai rugi-rugi daya dan jatuh tegangan akibat injeksi DG pada bus 219

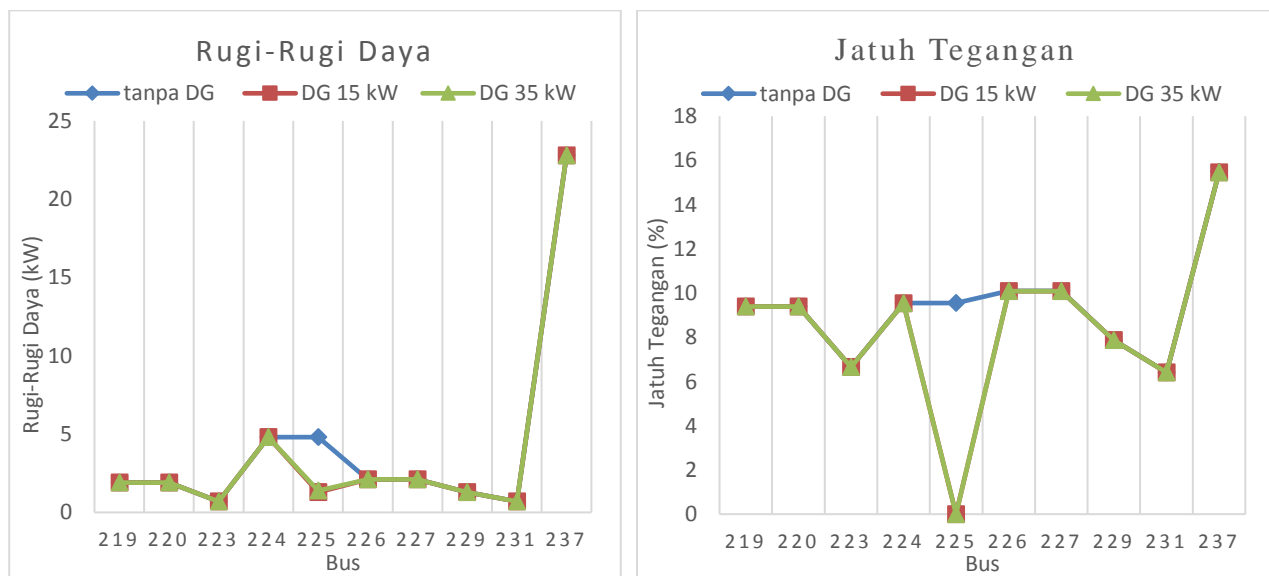
Hasil *report load flow* pada bus 219 menunjukkan pada kondisi tanpa DG nilai rugi-rugi dayanya sebesar 1,9 kW dan jatuh tegangan 9,39%. Setelah diinjeksikan DG dengan rating 15 kW nilai rugi-rugi daya turun 68,42% sehingga nilainya menjadi 0,6 kW dan jatuh tegangan turun 83,77% sehingga

menjadi 1,58 %. Selanjutnya saat injeksi DG rating 35 kW dapat menurunkan rugi-rugi daya dengan nilai sama yaitu menjadi 0,6 kW dan nilai jatuh tegangan turun tidak lebih besar dari percobaan pertama yaitu hanya sebesar 79,98% sehingga menjadi 1,88%. Hal tersebut ternyata tidak memberikan dampak untuk bus-bus disekitarnya, karena tidak memberikan perubahan terhadap nilai rugi-rugi daya maupun jatuh tegangannya.

3.2 Injeksi DG pada bus 225

Tabel 2. Injeksi DG pada bus 225

Bus	Tanpa DG		DG 15 kW		DG 35 kW	
	Rugi-Rugi Daya (kW)	Jatuh Tegangan (%)	Rugi-Rugi Daya (kW)	Jatuh Tegangan (%)	Rugi-Rugi Daya (kW)	Jatuh Tegangan (%)
219	1,9	9,39	1,9	9,39	1,9	9,39
220	1,9	9,39	1,9	9,39	1,9	9,39
223	0,7	6,66	0,7	6,66	0,7	6,66
224	4,8	9,55	4,8	9,54	4,8	9,54
225	4,8	9,55	1,3	0,95	1,4	1,69
226	2,1	10,10	2,1	10,09	2,1	10,09
227	2,1	10,10	2,1	10,09	2,1	10,09
229	1,3	7,78	1,3	7,87	1,3	7,87
231	0,7	6,41	0,7	6,40	0,7	6,40
237	22,8	15,47	22,8	15,46	22,8	15,46



Gambar 2. Perubahan nilai rugi-rugi daya dan jatuh tegangan akibat injeksi pada DG bus 225

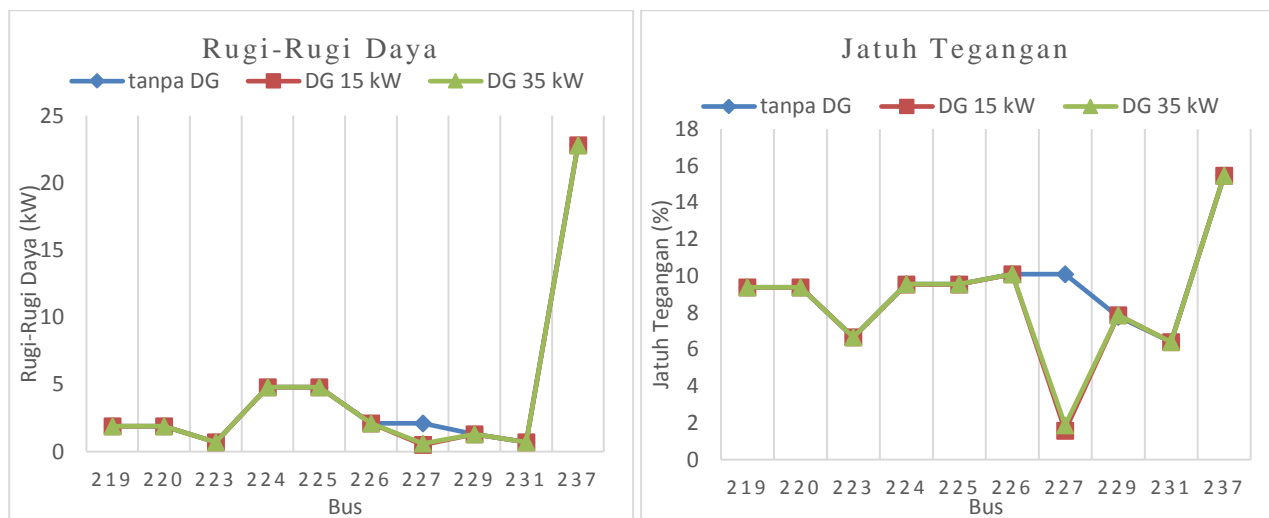
Pengaruh pemasangan DG pada bus 225 tergolong cukup besar pada bus 225 sendiri, karena pada injeksi 15 kw dapat menurunkan nilai rugi-rugi daya sebesar 71,74% sehingga menjadi 1,3 kW dari nilai awalnya 4,8 kW dan jatuh tegangan turun drastis hingga 90,05% dari nilai awal yaitu 9,55%. Sedangkan saat diinjeksi DG 35 kW nilai rugi-rugi dayanya hanya berkurang 69,56% dari nilai awal

sehingga menjadi 1,4 kW dan nilai jatuh tegangannya turun sebesar 82,3% sehingga menjadi 1,69%. Terbalik dari perbaikan rugi-rugi daya dan jatuh tegangan yang dialami bus 225, pemasangan DG dengan rating 15 kW maupun 35 kW tidak memberikan dampak yang baik untuk bus-bus disekitarnya, karena hanya memberikan efek perbaikan 0,01% .

3.3 Injeksi DG pada bus 227

Tabel 3. Injeksi DG pada bus 227

Bus	Tanpa DG		DG 15 kW		DG 35 kW	
	Rugi-Rugi Daya (kW)	Jatuh Tegangan (%)	Rugi-Rugi Daya (kW)	Jatuh Tegangan (%)	Rugi-Rugi Daya (kW)	Jatuh Tegangan (%)
219	1,9	9,39	1,9	9,38	1,9	9,38
220	1,9	9,39	1,9	9,38	1,9	9,38
223	0,7	6,66	0,7	6,66	0,7	6,66
224	4,8	9,55	4,8	9,54	4,8	9,55
225	4,8	9,55	4,8	0,95	4,8	9,55
226	2,1	10,10	2,1	10,09	2,1	10,10
227	2,1	10,10	0,5	1,58	0,6	1,87
229	1,3	7,78	1,3	7,87	1,3	7,87
231	0,7	6,41	0,7	6,41	0,7	6,40
237	22,8	15,47	22,8	15,47	22,8	15,47



Gambar 3. Perubahan nilai rugi-rugi daya dan jatuh tegangan akibat injeksi pada DG bus 227

Nilai rugi-rugi daya dan jatuh tegangan sebelum pemasangan DG pada bus 227 berturut-turut adalah 2 kW dan 10,10%, injeksi DG 15 kW yang diberikan memiliki pengaruh terhadap rugi-rugi daya berupa penurunan sebesar 75% sehingga nilainya menjadi 0,5 kW dan jatuh tegangan turun sebesar 84,36% dari 10,10%. Dengan menaikkan rating DG menjadi 35 kW ternyata dapat memberikan pengaruh yang tidak lebih baik untuk rugi-rugi dayanya karena hanya mengalami penurunan sebesar

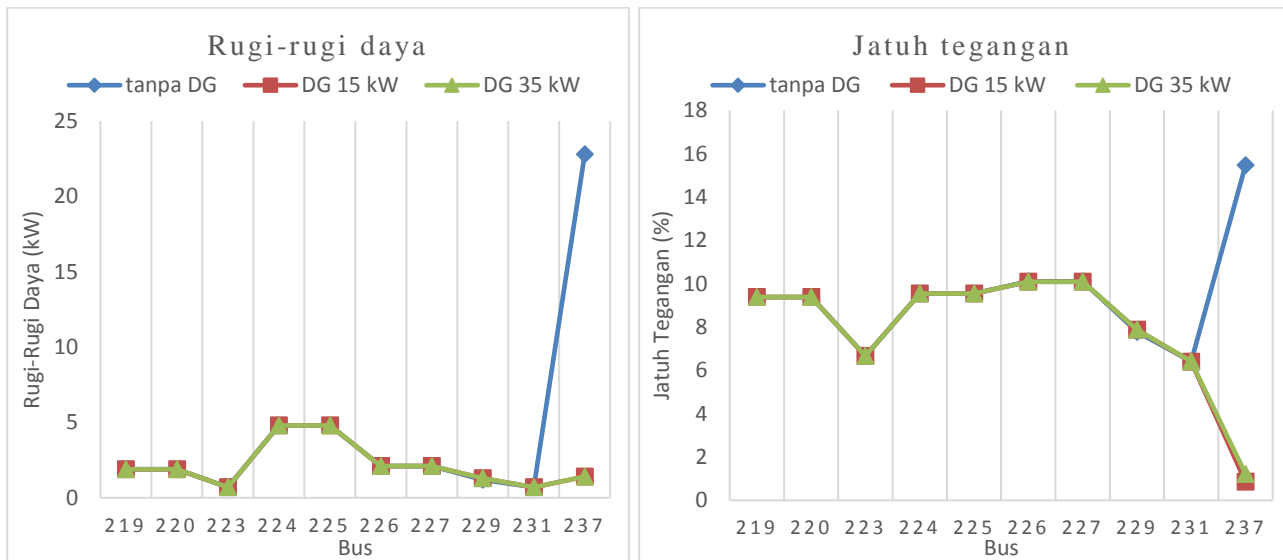
70% sehingga nilainya menjadi 0,6 kW, hal yang sama juga terjadi pada jatuh tegangannya juga mengalami penurunan yang lebih kecil yaitu 81,48% sehingga nilainya menjadi 1,87%.

3.4 Injeksi DG pada bus 237

Tabel 4 berikut ini menunjukkan nilai pengaruh pemasangan DG pada bus 237 yaitu sebelum pemasangan DG memiliki nilai rugi-rugi daya sebesar 22,8 kW dan jatuh tegangan 15,47%. Setelah pemasangan DG dengan kapasitas 15 kW nilai rugi-rugi daya mengalami penurunan yang sangat signifikan yaitu mencapai 93,86% dari nilai awal, sehingga nilainya menjadi 1,8 kW. Sedangkan nilai jatuh tegangan mengalami penurunan mencapai 94,44% dari nilai awal sehingga nilainya menjadi 0,86%. Saat diinjeksikan DG 35 kW nilai rugi-rugi daya mengalami penurunan yang sama besar yaitu 93,86% atau nilainya menjadi 1,4 kW, sedangkan jatuh tegangannya mengalami penurunan lebih kecil yaitu 92,11% dari nilai awal sehingga menjadi 1,22%. Terhadap bus lain pemasangan DG tidak memberikan pengaruh yang signifikan, namun pada beberapa bus hanya memberikan perubahan sebesar 0,01%.

Tabel 4. Injeksi DG pada bus 237

Bus	Tanpa DG		DG 15 kw		DG 35 kw	
	Rugi-Rugi Daya (kW)	Jatuh Tegangan (%)	Rugi-Rugi Daya (Kw)	Jatuh Tegangan (%)	Rugi-Rugi Daya (kW)	Jatuh Tegangan (%)
219	1,9	9,39	1,9	9,39	1,9	9,39
220	1,9	9,39	1,9	9,39	1,9	9,39
223	0,7	6,66	0,7	6,66	0,7	6,66
224	4,8	9,55	4,8	9,54	4,8	9,54
225	4,8	9,55	1,3	0,95	1,3	0,95
226	2,1	10,10	2,1	10,09	2,1	10,09
227	2,1	10,10	2,1	10,09	2,1	10,09
229	1,3	7,78	1,3	7,87	1,3	7,87
231	0,7	6,41	0,7	6,40	0,7	6,41
237	22,8	15,47	1,4	0,86	1,4	1,22

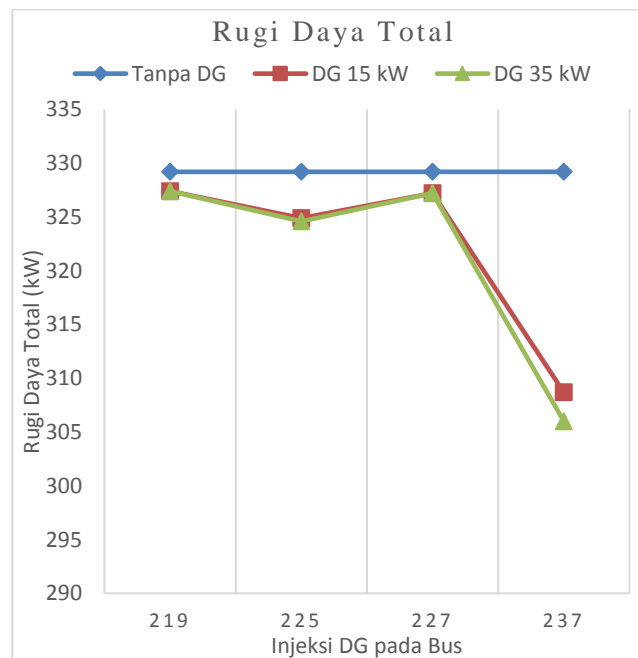


Gambar 4. Perubahan nilai rugi-rugi daya dan jatuh tegangan akibat injeksi DG pada bus 237

3.5 Perbandingan pengaruh pemasangan DG sistem

Tabel 5. Nilai rugi-rugi daya total

Injeksi DG			
letak DG	Tanpa DG	DG 15 kW	DG 35 kW
219	329,2	327,4	327,4
225	329,2	324,9	324,6
227	329,2	327,2	327,2
237	329,2	308,7	306



Gambar 5. Perubahan nilai rugi-rugi daya total

Dilihat dari perubahan grafik diatas menunjukan nilai rugi-rugi daya total tanpa DG yaitu 329 kW, injeksi DG 15 kW yang diberikan secara bergantian pada bus 219, 225, 227, dan 237 secara berturut-turut memberikan efek penurunan 1%, 2%, 1%, dan 6%. Injeksi DG dengan rating 35 kW memberikan perubahan yang sama besar dengan injeksi DG 15 kW pada semua bus, kecuali pada bus 237 mengalami penurunan paling besar yaitu sebesar 7%.

4. PENUTUP

Berdasarkan beberapa teori yang berhubungan dengan rugi daya dan jatuh tegangan, hasil simulasi dan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemasangan DG dapat memberikan perbaikan terhadap nilai rugi-rugi daya dengan pengujian perbedaan lokasi pemasangan dan perbedaan kapasitas daya. Injeksi DG 15 kw dan 35 kw pada bus 219 memberikan perbaikan profil tegangan dan kualitas daya paling kecil, yaitu sama-sama dapat menurunkan rugi-rugi daya 68,42 %, sedangkan tegangan jatuh untuk DG 15 kw dan 35 kw mengalami perbaikan masing-masing yaitu 83,77% dan 79,98%. Lokasi pemasangan DG 15 kw dan 35 kw pada bus 225 hanya menurunkan rugi-rugi daya sebesar 71,74% dan 69,56%, sedangkan perbaikan dari tegangan jatuh mencapai 90,05% dan 82,3%. Nilai perbaikan profil tegangan paling optimal saat injeksi DG 15 kw pada bus 237 yaitu sebesar 94,44%, sedangkan untuk DG 35 kw mengalami perbaikan lebih kecil yaitu 92,11%. Demikian pula pada rugi-rugi dayanya hanya mengalami perbaikan 93,68% .
2. Injeksi DG dengan rating 15 kW lebih efektif dalam memperbaiki nilai rugi-rugi daya dan jatuh tegangan dibandingkan injeksi DG 35 kW pada *switchgear* 3111.
3. Variasi lokasi pemasangan dan kapasitas DG terbukti mampu memperbaiki nilai rugi-rugi daya dan jatuh tegangan hanya pada bus-bus yang diberikan injeksi DG.

PERSANTUNAN

Atas terselesaikannya Tugas Akhir ini penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, pihak-pihak yang dimaksud adalah sebagai berikut :

1. Allah Subhanahuwata'ala yang senantiasa melimpahkan rahmat dan nikmat yang tiada henti.
2. Ibu dan bapak yang senantiasa memberikan do'a, dukungan, dan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Agus Supardi, S.T, M.T selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
4. Bapak Brandy Ginting, bapak Abdul Aziz, dan Bapak Gitab Bangkit selaku pembimbing saat pengambilan data penelitian.
5. Teman-teman Teknik Elektro 2013 yang ikut mendukung kelancaran penelitian tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvarado, R.L. Location Aspects of Distributed Generation. *Proceeding of IEEE PES Winter Meeting*, volume 1, pp.140, Ohio 2001.
- El Abiad, A.H., & Stagg, G.W. (1968). *Computer Methods in Power System Analysis*. New Delhi: McGraw-Hill Kogakusha.
- Guseynov. Et al. (2006). *Defining Impact of Distributed Generation on Power Sytem Stability*. Azerbaijan Scientific Research Institute of Energetics and Energy Design.
- IEEE.(2003). *Standard For Interconnecting Distributed Resources With Electric Power Sytem*.
- Jaganathan, R.K., Saha, T.K., (2004). *Voltage Stability Analysis of Grid connected Embedded Generators*. Australia Universities Power Engineering Conference. Australia.
- SPLN 72. (1987). *Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)*. Jakarta PT. PLN (persero).